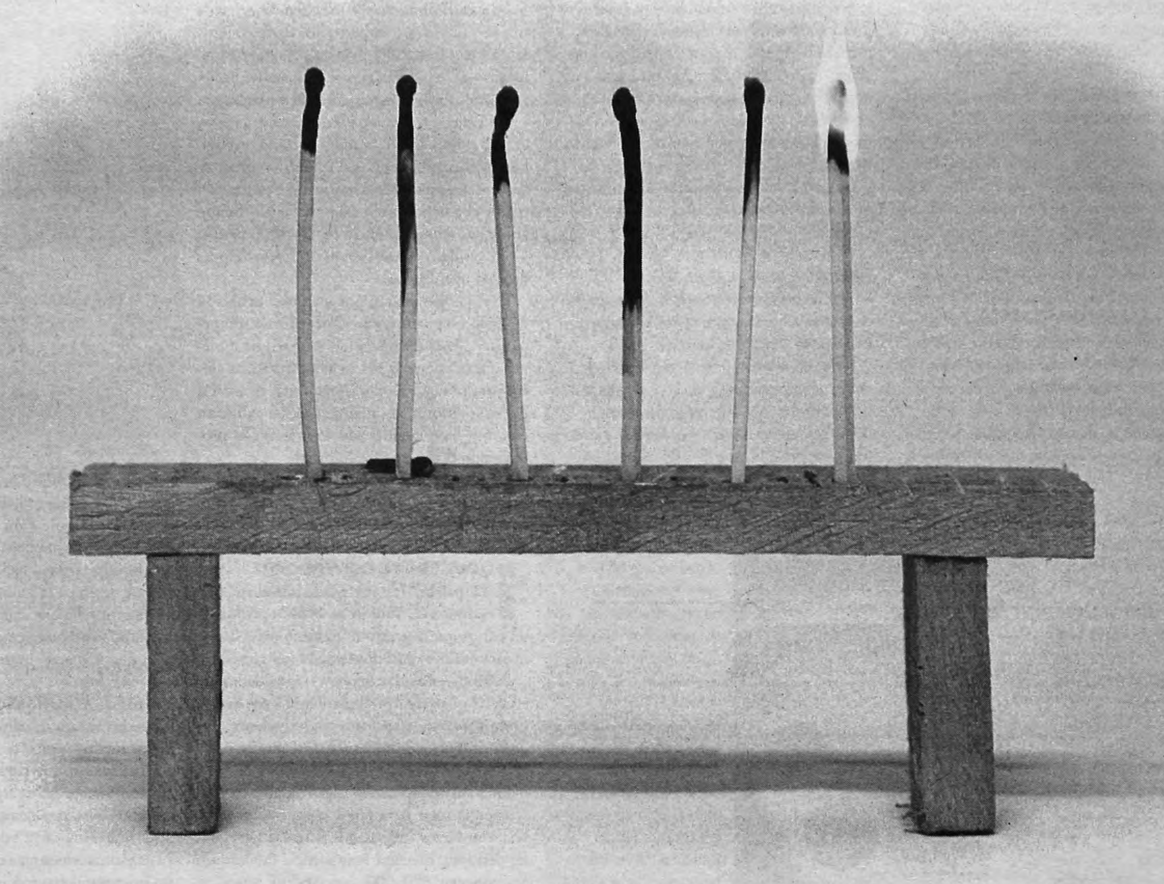


Bernardino Avila

CATASTROFES Y BIODIVERSIDAD

Siete preguntas sobre la sexta extinción

Cambios climáticos globales, erupciones volcánicas y descensos del nivel del mar –entre otras causas– provocaron en cinco ocasiones la desaparición de la mayoría de las especies que habitaban la biosfera de la Tierra. La más conocida de estas extinciones fue la de los dinosaurios hace 65 millones de años, si bien la peor fue la tercera, que exterminó el 96 por ciento de las especies marinas. Hoy existe consenso entre los biólogos acerca de que hay una nueva extinción en marcha: cada hora desaparecen del planeta tres especies y el causante, afirman, no sería otro que el propio ser humano. **Futuro** presenta en esta edición un informe con siete preguntas y respuestas sobre la sexta extinción.

VERONICA BECHER Y LA DEFINICION DE LO ALEATORIO

Perfume de azar

POR MARTÍN DE AMBROSIO

Todos tenemos más o menos una idea intuitiva acerca de lo que es el azar; una idea muchas veces relacionada con la idea de "suerte" o de "juegos de azar". Pero, desde el campo matemático, no hubo una definición rigurosa de azar hasta que Gregory Chaitin –un norteamericano hijo de argentinos– la formuló. (Aunque cabe consignar que no es la única: para la misma época, la década de 1960, Per Martin Löf, discípulo de Andrei Kolmogorov –uno de los más grandes teóricos de la Teoría de las Probabilidades– consiguió también una definición de azar, basándose en otras ideas; luego se demostró que las dos definiciones son equivalentes.) "Algo –un número, una tarea, una palabra– es al azar si necesita una descripción tan larga como la tarea misma, si necesita una descripción tan larga como la palabra misma, si no está gobernada por ninguna ley que permita abreviarla, si no tiene ningún patrón que posibilite una descripción abreviada del número o de la descripción simbólica de un evento." Así habla la doctora en Ciencias de la Computación Verónica Becher, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), quien desarrolla sus investigaciones en la misma Facultad. Becher cuenta que Chaitin dio una definición del azar en términos de "incompresibilidad"; o sea, redujo la noción "común" de azar a "incompresibilidad". Esto es, tomando la longitud de una palabra, por ejemplo "casino", esa palabra va a ser una "palabra al azar" si no existe ninguna descripción abreviada de ella. "Será azarosa si todas las descripciones algorítmicas requieren la misma cantidad de símbolos: 'casino' como 'lugar en donde se apuesta por números, etc., etc.' tiene más de las seis letras de 'casino'."

OMEGA Y SUPER OMEGA

Becher tomó la idea de Chaitin de los números omega y desarrolló los números súper omega. Pero, naturalmente, para describir qué es un número súper omega, hay que tener alguna idea de qué cosa es el número omega. Omega, resulta, es un número infinitamente largo; es tan real como pi (3,14159... las cifras decimales siguen hasta el infinito), pero a diferencia de pi no se le puede dar instrucciones a computadora alguna para que determine sus dígitos. Omega no es *computable*; en cambio pi puede ser generado por un programa de computadora que calcule una tras otra sus infinitas cifras decimales, aunque para exhibirlas todas se necesite infinito tiempo. Omega, en cambio, no tiene patrón ni estructura.

Que el ejemplo de este intríngulis lo ponga la misma Becher: "Chaitin definió un número completamente azaroso –que cumple con esta noción de incompresibilidad– y ese es su famoso número omega. En la práctica, ese número es la probabilidad de que cualquier programa que corra una computadora se detenga, termine, haga una tarea efectiva. Imaginen que meto en una bolsa todos los posibles programas, todas las posibles secuencias de símbolos. Revuelvo bien. Y digo, ¿cuál es la probabilidad de que, si agarro uno cualquiera, haga algo? Ese es un número omega".

Lo que hizo Becher, con estas ideas de Chaitin fue mirar otros ejemplos de aleatoriedad. "Yo me pregunté: ¿hay otros? ¿Por qué sólo podemos hablar de números omega? ¿Habrá números más aleatorios que este número omega? Y el primer trabajo que hicimos –con Chaitin y Sergio Daicz, quien en ese momento era alumno y ya es licenciado– en esta dirección fue considerar un número más aleatorio que omega. Ese número es la probabilidad de que, metiendo de vuelta todos los programas de computadora en una bolsa y sacando uno cualquiera, se cuelgue.

RECORDANDO A LAPLACE

–El azar también podría ser la medida de nuestra ignorancia, si concordamos con Pierre Simón de Laplace.

–Asociamos azar con la imprevisibilidad de un evento porque lo desconocemos. Si tuviéramos toda la información acerca de cómo se mueve la física y cómo se mueven todos los ingredientes de este mundo, entonces, sabríamos todo. Pero, si aceptamos que no sabemos, entonces, tomaríamos el azar como un concepto interviniente y nos pondremos de acuerdo en que es algo de lo cual tenemos que hablar.

PROBABILIDADES

El jugador de dados Chevalier de Mere, viendo que perdía y perdía, consultó nada menos que a Blas Pascal para ver cómo podía revertir la suerte que es grela. Fue en 1654 y Pascal, a su vez, decidió preguntarle al gran matemático Fermat, y juntos idearon técnicas matemáticas para determinar la probabilidad de ciertas combinaciones que se creaban al arrojar sin trampas los dados. Así nació la Teoría de la Probabilidad, cuya función principal era tratar gran cantidad de acontecimientos que individualmente eran casuales, pero en conjunto predecibles en términos probabilísticos. Las consideraciones acerca de la probabilidad demostraron, con el tiempo, ser de enorme utilidad en el desarrollo de la ciencia. La historia no dice nada si el Caballero de Mere revirtió su tendencia a perder a los dados.

–¿Por qué, si cada vez que arrojamos la moneda es un evento distinto, a la larga la tendencia va a ser 50-50?

–Esa es una de las condiciones básicas para empezar a hablar de lo aleatorio. Uno tiene que conocer la distribución que tiene nuestro problema en el espacio de probabilidades, y si la moneda está equilibrada o desequilibrada. Partamos de la base de que por lo menos conocemos con qué probabilidad va a salir cara y con cuál ceca. Supongamos 50-50 por ciento. El hecho es que a la larga tienen que estar equilibradas las frecuencias de cara y de ceca; pero también la frecuencia de cara-cara va a ser la misma que la frecuencia de ceca-ceca, la frecuencia de cara-ceca igual que ceca-cara. Cualquier combinación de dos, de tres o de cuatro, tiene que aparecer con la misma frecuencia. Y así hasta el infinito.

Producción: Federico Kukso.

Siete preguntas...

POR RAÚL A. ALZOGARAY

Hace unos 3700 millones de años, la vida en la Tierra estaba representada por unos pocos tipos de microorganismos. Con el paso del tiempo, la descendencia de esos seres minúsculos se fue diversificando más y más, dando origen a una impresionante variedad de criaturas. Hoy, la estrecha franja del planeta conocida como biosfera alberga millones de especies de bacterias, protozoos, hongos, animales y plantas.

Sin embargo, a lo largo de la historia de la vida, la biodiversidad tuvo algunos tropiezos. Hubo cinco ocasiones en que más de la mitad de las especies presentes al momento desaparecieron bruscamente. No se sabe bien cuáles fueron las causas de esas extinciones en masa, pero la biodiversidad se recuperó por completo después de cada una de ellas.

Los biólogos alertan que una sexta extinción en masa está ocurriendo ahora mismo. Empezó hace varias décadas y no se detendrá a menos que se ponga en práctica una estrategia global para proteger la biodiversidad. A diferencia de las anteriores, la causa de la sexta extinción está muy bien identificada. Lo que la está produciendo es la actividad humana.

Para conocer un poco más sobre el tema, **Futuro** presenta un informe con siete preguntas y respuestas sobre la sexta extinción.

1 ¿QUE ES LA BIODIVERSIDAD?

La palabra fue inventada por el biólogo Edward O. Wilson en 1986, a pedido de un editor que buscaba un término más corto y menos erudito que "diversidad biológica".

La biodiversidad se refiere a la totalidad de las especies que pueblan el planeta. Desde las diminutas bacterias hasta las grandes ballenas, desde la simplicidad unicelular de la ameba hasta la complejidad pluricelular de los animales y las plantas superiores, desde algas capaces de usar la energía solar para fabricar nutrientes hasta criaturas cuyos intrincados sistemas nerviosos les permiten inventar la existencia de un dios. Se conocen 751.000 especies de insectos, 281.000 de otros animales, 248.000 de plantas superiores, 69.000 de hongos, 30.000 de protozoos, casi otro tanto de algas..., y esto es apenas una mínima fracción de lo que aún queda por descubrir.

En 1992, la biodiversidad fue objeto de una cumbre mundial, la Convención de Río de Janeiro, a la que asistieron más de 150 países. En ella se fijó un marco jurídico para la explotación de los recursos genéticos, ratificando la integración de los objetivos ecológicos a los objetivos económicos. Catherine Aubertin, directora de Investigación del Instituto de Investigación para el Desarrollo (Francia), ha escrito en la revista francesa *Recherche* que "era inevitable que el orden científico se marginalizara en provecho del orden mercantil. De hecho, los científicos y las ONG se fueron convenciendo de la necesidad de dar un valor económico a la biodiversidad para valorarla más a los ojos de los que deciden y de la opinión pública... Los científicos que dieron la voz de alarma sobre la erosión de la biodiversidad ya no son los protagonistas principales del debate. Pero como la noción de riesgo requiere una racionalidad científica para imponerse, los industriales y los políticos piden resultados que legitimen las decisiones y las ONG reclaman la exploración de hipótesis extremas, de probabilidades ínfimas, que oponer a estos resultados..."

2 ¿QUE ES UNA ESPECIE, CUANTAS SE CONOCEN, CUANTAS QUEDAN POR DESCUBRIR?

Una especie es un conjunto de seres capaces de reproducirse entre sí e incapaces de reproducirse con miembros de otras especies. Cuando un científico encuentra una especie que nadie describió antes (cada año se descubren unas 15.000), publica su descripción en una revista especializada que es leída por un público igualmente especializado. De vez en cuando, algunos de estos hallazgos llaman la atención de los medios de comunicación y alcanzan, a través de ellos, el dominio público (hace poco tiempo, los diarios publicaron el hallazgo en el continente africano de un extraño bicho mezcla de langosta y mantis religiosa –también conocida como "tata dios"– con características tan inusuales que hubo que inventar un grupo de insectos para poder clasificarlo).



Se conocen más de un millón y medio de especies. En el caso de algunos grupos animales, existen catálogos muy completos, regularmente actualizados, que permiten saber con gran exactitud la cantidad de especies conocidas. Hasta el año 2000, por ejemplo, se conocían 9672 especies de aves y 4327 de mamíferos.

Las estimaciones más conservadoras indican que existen muchas más de las que se conocen: serían unos 14 millones de especies (posiblemente alrededor de la mitad son insectos). Aunque esta cifra es impresionante, representa menos del 1 por ciento de las especies que han existido. Aun así, la biodiversidad es actualmente mayor que en cualquier otro momento del pasado.

3 ¿QUE VALOR TIENE LA BIODIVERSIDAD?

Richard Leaky y Roger Lewin, en su libro *La sexta extinción* (Tusquets, 1997), agrupan en tres categorías los valores de la biodiversidad. El primer valor es económico: la biodiversidad es fuente de alimento, materia prima y medicamentos. En forma global, la especie humana depende cotidianamente de unas 40.000 plantas, animales, hongos y microbios explotados deliberadamente.

El 90 por ciento de nuestros alimentos vegetales proviene de sólo veinte plantas. Tres de ellas (maíz, arroz y trigo) representan el 50 por ciento de los cultivos. El peligro de depender de un número tan bajo de especies es que la devastación masiva de una de ellas puede tener consecuencias catastróficas –a mediados del siglo XIX, un virus que atacó las plantaciones de papa en Irlanda provocó la muerte por inanición y malnutrición de al menos 750.000 personas–. Se estima que existen unas 35.000 especies vegetales comestibles, entre las cuales seguramente se podrán encontrar variedades capaces de tolerar condiciones ambientales y enfermedades que no soportan los cultivos actuales.

Un planteo similar puede hacerse en el área de los medicamentos. El 25 por ciento de los fármacos usados por la medicina occidental –entre ellos, la aspirina y la penicilina– es de origen natural. Aunque muchos de ellos y sus derivados se fabrican ahora en laboratorios, su descubrimiento en la naturaleza simplificó enormemente el proceso de desarrollo y llamó la aten-

VERONICA BECHER Y LA DEFINICION DE LO ALEATORIO

Perfume de azar

POR MARTÍN DE AMBROSIO

Todos tenemos más o menos una idea intuitiva acerca de lo que es el azar; una idea muchas veces relacionada con la idea de "suerte" o de "juegos de azar". Pero, desde el campo matemático, no hubo una definición rigurosa de azar hasta que Gregory Chaitin –un norteamericano hijo de argentinos– la formuló. (Aunque cabe consignar que no es la única: para la misma época, la década de 1960, Per Martin Löf, discípulo de Andrei Kolmogorov –uno de los más grandes teóricos de la Teoría de las Probabilidades– consiguió también una definición de azar, basándose en otras ideas; luego se demostró que las dos definiciones son equivalentes.) "Algo –un número, una tarea, una palabra– es al azar si necesita una descripción tan larga como la tarea misma, si necesita una descripción tan larga como la palabra misma, si no está gobernada por ninguna ley que permita abreviarla, si no tiene ningún patrón que posibilite una descripción abreviada del número o de la descripción simbólica de un evento." Así habla la doctora en Ciencias de la Computación Verónica Becher, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), quien desarrolla sus investigaciones en la misma Facultad. Becher cuenta que Chaitin dio una definición del azar en términos de "incompresibilidad"; o sea, redujo la noción "común" de azar a "incompresibilidad". Esto es, tomando la longitud de una palabra, por ejemplo "casino", esa palabra va a ser una "palabra al azar" si no existe ninguna descripción abreviada de ella. "Será azarosa si todas las descripciones algorítmicas requieren la misma cantidad de símbolos: 'casino' como 'lugar en donde se apuesta por números, etc., etc.' tiene más de las seis letras de 'casino'."

OMEGA Y SUPER OMEGA

Becher tomó la idea de Chaitin de los números omega y desarrolló los números súper omega. Pero, naturalmente, para describir qué es un número súper omega, hay que tener alguna idea de qué cosa es el número omega. Omega, resulta, es un número infinitamente largo; es tan real como pi (3,14159... las cifras decimales siguen hasta el infinito), pero a diferencia de pi no se le puede dar instrucciones a computadora alguna para que determine sus dígitos. Omega no es *computable*; en cambio pi puede ser generado por un programa de computadora que calcule una tras otra sus infinitas cifras decimales, aunque para exhibirlas todas se necesite infinito tiempo. Omega, en cambio, no tiene patrón ni estructura.

Que el ejemplo de este intríngulis lo ponga la misma Becher: "Chaitin definió un número completamente azaroso –que cumple con esta noción de incompresibilidad– y ese es su famoso número omega. En la práctica, ese número es la probabilidad de que cualquier programa que corra una computadora se detenga, termine, haga una tarea efectiva. Imaginen que meto en una bolsa todos los posibles programas, todas las posibles secuencias de símbolos. Revuelvo bien. Y digo, ¿cuál es la probabilidad de que, si agarro uno cualquiera, haga algo? Ese es un número omega".

Lo que hizo Becher, con estas ideas de Chaitin fue mirar otros ejemplos de aleatoriedad. "Yo me pregunté: ¿hay otros? ¿Por qué sólo podemos hablar de números omega? ¿Habrá números más aleatorios que este número omega? Y el primer trabajo que hicimos –con Chaitin y Sergio Daicz, quien en ese momento era alumno y ya es licenciado– en esta dirección fue considerar un número más aleatorio que omega. Ese número es la probabilidad de que, metiendo de vuelta todos los programas de computadora en una bolsa y sacando uno cualquiera, se cuelgue.

RECORDANDO A LAPLACE

–El azar también podría ser la medida de nuestra ignorancia, si concordamos con Pierre Simón de Laplace.

–Asociamos azar con la imprevisibilidad de un evento porque lo desconocemos. Si tuviéramos toda la información acerca de cómo se mueve la física y cómo se mueven todos los ingredientes de este mundo, entonces, sabríamos todo. Pero, si aceptamos que no sabemos, entonces, tomaríamos el azar como un concepto interviniente y nos pondremos de acuerdo en que es algo de lo cual tenemos que hablar.

PROBABILIDADES

El jugador de dados Chevalier de Mere, viendo que perdía y perdía, consultó nada menos que a Blas Pascal para ver cómo podía revertir la suerte que es grela. Fue en 1654 y Pascal, a su vez, decidió preguntarle al gran matemático Fermat, y juntos idearon técnicas matemáticas para determinar la probabilidad de ciertas combinaciones que se creaban al arrojar sin trampas los dados. Así nació la Teoría de la Probabilidad, cuya función principal era tratar gran cantidad de acontecimientos que individualmente eran casuales, pero en conjunto predecibles en términos probabilísticos. Las consideraciones acerca de la probabilidad demostraron, con el tiempo, ser de enorme utilidad en el desarrollo de la ciencia. La historia no dice nada si el Caballero de Mere revirtió su tendencia a perder a los dados.

–¿Por qué, si cada vez que arrojamos la moneda es un evento distinto, a la larga la tendencia va a ser 50-50?

–Esa es una de las condiciones básicas para empezar a hablar de lo aleatorio. Uno tiene que conocer la distribución que tiene nuestro problema en el espacio de probabilidades, y si la moneda está equilibrada o desequilibrada. Partamos de la base de que por lo menos conocemos con qué probabilidad va a salir cara y con cuál ceca. Supongamos 50-50 por ciento. El hecho es que a la larga tienen que estar equilibradas las frecuencias de cara y de ceca; pero también la frecuencia de cara-cara va a ser la misma que la frecuencia de ceca-ceca, la frecuencia de cara-ceca igual que ceca-cara. Cualquier combinación de dos, de tres o de cuatro, tiene que aparecer con la misma frecuencia. Y así hasta el infinito.

Producción: Federico Kukso.

Siete preguntas...

POR RAÚL A. ALZOGARAY

Bernardino Avila

Hace unos 3700 millones de años, la vida en la Tierra estaba representada por unos pocos tipos de microorganismos. Con el paso del tiempo, la descendencia de esos seres minúsculos se fue diversificando más y más, dando origen a una impresionante variedad de criaturas. Hoy, la estrecha franja del planeta conocida como biosfera alberga millones de especies de bacterias, protozoos, hongos, animales y plantas.

Sin embargo, a lo largo de la historia de la vida, la biodiversidad tuvo algunos tropiezos. Hubo cinco ocasiones en que más de la mitad de las especies presentes al momento desaparecieron bruscamente. No se sabe bien cuáles fueron las causas de esas extinciones en masa, pero la biodiversidad se recuperó por completo después de cada una de ellas.

Los biólogos alertan que una sexta extinción en masa está ocurriendo ahora mismo. Empezó hace varias décadas y no se detendrá a menos que se ponga en práctica una estrategia global para proteger la biodiversidad. A diferencia de las anteriores, la causa de la sexta extinción está muy bien identificada. Lo que la está produciendo es la actividad humana.

Para conocer un poco más sobre el tema, **Futuro** presenta un informe con siete preguntas y respuestas sobre la sexta extinción.

1 ¿QUE ES LA BIODIVERSIDAD?

La palabra fue inventada por el biólogo Edward O. Wilson en 1986, a pedido de un editor que buscaba un término más corto y menos erudito que "diversidad biológica".

La biodiversidad se refiere a la totalidad de las especies que pueblan el planeta. Desde las diminutas bacterias hasta las grandes ballenas, desde la simplicidad unicelular de la ameba hasta la complejidad pluricelular de los animales y las plantas superiores, desde algas capaces de usar la energía solar para fabricar nutrientes hasta criaturas cuyos intrincados sistemas nerviosos les permiten inventar la existencia de un dios. Se conocen 751.000 especies de insectos, 281.000 de otros animales, 248.000 de plantas superiores, 69.000 de hongos, 30.000 de protozoos, casi otro tanto de algas..., y esto es apenas una mínima fracción de lo que aún queda por descubrir.

En 1992, la biodiversidad fue objeto de una cumbre mundial, la Convención de Río de Janeiro, a la que asistieron más de 150 países. En ella se fijó un marco jurídico para la explotación de los recursos genéticos, ratificando la integración de los objetivos ecológicos a los objetivos económicos. Catherine Aubertin, directora de Investigación del Instituto de Investigación para el Desarrollo (Francia), ha escrito en la revista francesa *Recherche* que "era inevitable que el orden científico se marginalizara en provecho del orden mercantil. De hecho, los científicos y las ONG se fueron convenciendo de la necesidad de dar un valor económico a la biodiversidad para valorarla más a los ojos de los que deciden y de la opinión pública... Los científicos que dieron la voz de alarma sobre la erosión de la biodiversidad ya no son los protagonistas principales del debate. Pero como la noción de riesgo requiere una racionalidad científica para imponerse, los industriales y los políticos piden resultados que legitimen las decisiones y las ONG reclaman la exploración de hipótesis extremas, de probabilidades ínfimas, que oponer a estos resultados..."

2 ¿QUE ES UNA ESPECIE, CUANTAS SE CONOCEN, CUANTAS QUEDAN POR DESCUBRIR?

Una especie es un conjunto de seres capaces de reproducirse entre sí e incapaces de reproducirse con miembros de otras especies. Cuando un científico encuentra una especie que nadie describió antes (cada año se descubren unas 15.000), publica su descripción en una revista especializada que es leída por un público igualmente especializado. De vez en cuando, algunos de estos hallazgos llaman la atención de los medios de comunicación y alcanzan, a través de ellos, el dominio público (hace poco tiempo, los diarios publicaron el hallazgo en el continente africano de un extraño bicho mezcla de langosta y mantis religiosa –también conocida como "tata dios"– con características tan inusuales que hubo que inventar un grupo de insectos para poder clasificarlo).

Se conocen más de un millón y medio de especies. En el caso de algunos grupos animales, existen catálogos muy completos, regularmente actualizados, que permiten saber con gran exactitud la cantidad de especies conocidas. Hasta el año 2000, por ejemplo, se conocían 9672 especies de aves y 4327 de mamíferos.

Las estimaciones más conservadoras indican que existen muchas más de las que se conocen: serían unos 14 millones de especies (posiblemente alrededor de la mitad son insectos). Aunque esta cifra es impresionante, representa menos del 1 por ciento de las especies que han existido. Aun así, la biodiversidad es actualmente mayor que en cualquier otro momento del pasado.

3 ¿QUE VALOR TIENE LA BIODIVERSIDAD?

Richard Leaky y Roger Lewin, en su libro *La sexta extinción* (Tusquets, 1997), agrupan en tres categorías los valores de la biodiversidad. El primer valor es económico: la biodiversidad es fuente de alimento, materia prima y medicamentos. En forma global, la especie humana depende cotidianamente de unas 40.000 plantas, animales, hongos y microbios explotados deliberadamente.

El 90 por ciento de nuestros alimentos vegetales proviene de sólo veinte plantas. Tres de ellas (maíz, arroz y trigo) representan el 50 por ciento de los cultivos. El peligro de depender de un número tan bajo de especies es que la devastación masiva de una de ellas puede tener consecuencias catastróficas –a mediados del siglo XIX, un virus que atacó las plantaciones de papa en Irlanda provocó la muerte por inanición y malnutrición de al menos 750.000 personas–. Se estima que existen unas 35.000 especies vegetales comestibles, entre las cuales seguramente se podrán encontrar variedades capaces de tolerar condiciones ambientales y enfermedades que no soportan los cultivos actuales.

Un planteo similar puede hacerse en el área de los medicamentos. El 25 por ciento de los fármacos usados por la medicina occidental –entre ellos, la aspirina y la penicilina– es de origen natural. Aunque muchos de ellos y sus derivados se fabrican ahora en laboratorios, su descubrimiento en la naturaleza simplificó enormemente el proceso de desarrollo y llamó la atención sobre moléculas cuyas aplicaciones medicinales nadie sospechaba.

La vida terrestre enfrentó cinco grandes eventos de extinción en masa hace 440, 365, 250, 210 y 65 millones de años. Cada una de las dos primeras extinciones produjo la desaparición de las tres cuartas partes de las especies animales existentes en esos momentos.

El segundo valor tiene que ver con el mantenimiento de las condiciones ambientales indispensables para la vida: la circulación de los gases, los productos químicos y la humedad en la biosfera. Es lo que los biólogos Anne y Paul Ehrlich han llamado "servicios ecosistémicos".

Son los propios seres vivos quienes reciclan los gases y los nutrientes, en el primer caso a través de la respiración y la fotosíntesis; en el segundo, mediante la degradación de los organismos muertos.

A lo largo de su existencia, un árbol de la selva húmeda tropical bombea del suelo a la atmósfera 13,5 millones de litros de agua. El efecto de la miríada de árboles existentes en todas las selvas tropicales sobre el patrón global de lluvias no es trivial. Tampoco es trivial el efecto de la deforestación descontrolada (un estudio reciente señala que, contrariamente a lo declarado por el gobierno de Brasil, entre 1995 y 2000 la tasa de deforestación de la cuenca del Amazonas aumentó hasta dos millones de hectáreas por año, ritmo comparable al observado en los peores momentos de la década del 80).

El tercer valor es el placer estético que sentimos al percibir la diversidad de la vida a nuestro alrededor (lo que Wilson llamó biofilia: la vinculación emocional de los humanos con otros seres vivos).

Varios estudios psicológicos han demostrado que cuando se les da a elegir entre un paisaje urbano y otro rural, las personas tienden a elegir este último. Y entre distintos paisajes rurales, eligen campos salpicados de árboles, preferentemente con copas anchas. El ecólogo Gordon Orians atribuye estos comportamientos a una conexión psíquica con nuestros orígenes africanos. Una conexión que permanece en la cultura occidental, aunque en buena medida ha sido olvidada.

4 ¿QUE SON LAS DENOMINADAS EXTINCIONES EN MASA?

Se trata de la desaparición repentina (en escala geológica) de gran parte de la biodiversidad. La vida terrestre enfrentó cinco grandes eventos de extinción en masa hace 440, 365, 250, 210 y 65 millones de años. Cada una de las dos primeras extinciones produjo la desaparición de las tres cuartas partes de las especies animales existentes en esos momentos. La peor fue la tercera, que exterminó el 96 por ciento de las especies marinas. La más famosa es la quinta, que se llevó a los dinosaurios.

Después de cada extinción en masa, la biodiversidad se recuperó hasta alcanzar los niveles previos. En todos los casos, la recuperación llevó varios millones de años (hubo otras extinciones menores a lo largo de la historia de la vida, pero comparadas con estas cinco fueron, a decir de Wilson, "lo que una tormenta de verano a un huracán").

5 ¿QUE PRODUJO LAS EXTINCIONES EN MASA?

Los científicos no están seguros. Pueden haber sido la deriva de los continentes, descensos del nivel del mar, cambios climáticos globales, erupciones volcánicas inusualmente poderosas o la combinación de estos y otros factores.

En 1979, el físico Luis Alvarez y sus colaboradores (Universidad de California en Berkeley) propusieron que la causa de la quinta extinción fue un meteorito de 10 kilómetros de diámetro que chocó contra la Tierra a una velocidad de 72.000 kilómetros por hora. El impacto produjo incendios devastadores, gigantescos tsunamis y una nube de polvo que envolvió el planeta. Los cambios climáticos resultantes tuvieron efectos nefastos sobre los dinosaurios y otras criaturas.

En febrero pasado, la revista *Physical Review Letters* publicó un artículo donde el astrónomo Narciso Benítez y sus colaboradores (Universidad Johns Hopkins, Baltimore) especulan que la explosión de una estrella de la Constelación de Escorpio pudo ser la responsable de una extinción menor, ocurrida hace 2 millones de años.

Los rayos cósmicos producidos por la explosión deben haber destruido buena parte de la capa de ozono, permitiendo que dosis letales de luz ultravioleta alcanzaran la superficie del planeta. Un fenómeno similar podría haber sido el causante de alguna de las cinco grandes extinciones.

6 ¿CUANDO OCURRIRA LA PROXIMA EXTINCION?

En 1988, el Museo Americano de Historia Natural (Nueva York) realizó una encuesta dirigida a más de 400 biólogos. El 70 por ciento de los encuestados estuvo de acuerdo en que la sexta extinción en masa está ocurriendo *ahora* y se debe a la actividad humana. Wilson afirma que están desapareciendo 27.000 especies por año (3 por hora).

En el subcontinente norteamericano, las dos causas principales de la desaparición de especies son la destrucción de los hábitat y la introducción de especies exóticas que compiten con las autóctonas. Les siguen, en orden de importancia, la contaminación química, la hibridación entre especies y la sobrepesca. La acción individual o combinada de estos factores ha aumentado en forma constante la tasa de extinción en los últimos 40 años.

La biodiversidad ya se recuperó de cinco grandes extinciones, ¿podrá recuperarse una vez más? Probablemente sí. Pero no hay que perder de vista un par de detalles. Uno de ellos es que la recuperación tarda millones de años, lo que la pone fuera de la escala humana. El otro detalle nos toca más de cerca: para que comience la recuperación debe cesar la causa de la extinción. Así que la sexta extinción se detendrá cuando la especie humana modifique su comportamiento o se extinga, lo que ocurra primero.

7 ¿SE PUEDE DETENER LA SEXTA EXTINCION?

El zoólogo Niles Eldredge, del Museo de Historia Natural de Nueva York, considera que aún estamos a tiempo de interrumpirla. Su propuesta personal, planteada en su libro *La vida en la cuerda floja* (Tusquets, 2001) se resume en los siguientes puntos:

a) reconocer el problema,
b) estabilizar la población humana,
c) reescribir los manuales de economía y afinar la idea de sustentabilidad,
d) utilizar la experiencia que ya tenemos en conservación,
e) encontrar el equilibrio entre las necesidades económicas de los seres humanos y la existencia saludable y continuada de ecosistemas y especies,
f) desarrollar una voluntad y un programa políticos.

Llevar a cabo este programa costará miles de millones de dólares y la participación directa de políticos, biólogos, empresarios, economistas, demógrafos, abogados, sociólogos, antropólogos y la colaboración entre naciones.

En su libro *La diversidad de la vida* (Crítica, 1994), Wilson indica los 18 puntos calientes del planeta habitados por especies que no se encuentran en ninguna otra región y que se hallan en gran peligro de extinción. La mayoría de esos puntos se encuentran en el Tercer Mundo (Colombia, Ecuador, Tanzania, Costa de Marfil, Malasia, India, entre otros).

El propio Eldredge, ciudadano de uno de los países más ricos y poderosos del mundo (Estados Unidos), reconoce tener días de absoluto pesimismo respecto de la interrupción de la sexta extinción. Quizás en esos momentos le venga a la mente que su país no firmó ni el Tratado de Río en 1992 ni, más recientemente, el Protocolo de Kyoto para proteger la biosfera. Quizás se sienta así al ver cómo su gobierno se solidariza con los países del Tercer Mundo en sus discursos, pero los esclaviza económicamente o los bombardea, llevándolos, en los hechos, a la Edad de Piedra.

Si las estimaciones de los científicos son correctas, varias docenas de especies se extinguieron durante el tiempo que llevó escribir esta nota (y al lector leerla). Resulta triste pensar en la enorme variedad de seres vivos que han existido y de los que nunca tendremos noticia. Criaturas irrepetibles cuyas formas, colores y comportamientos se han perdido para siempre.

Pero vivimos en el momento de mayor biodiversidad en la historia de la vida y es también enorme lo que queda por descubrir. Esta sola razón debería ser suficiente para intentar minimizar los efectos negativos de la actividad humana. Por no mencionar que, si la sexta extinción continúa, el Homo sapiens puede figurar en la lista de especies desaparecidas.

NOVEDADES EN CIENCIA

AMAZONAS: DOS NUEVOS PRIMATES

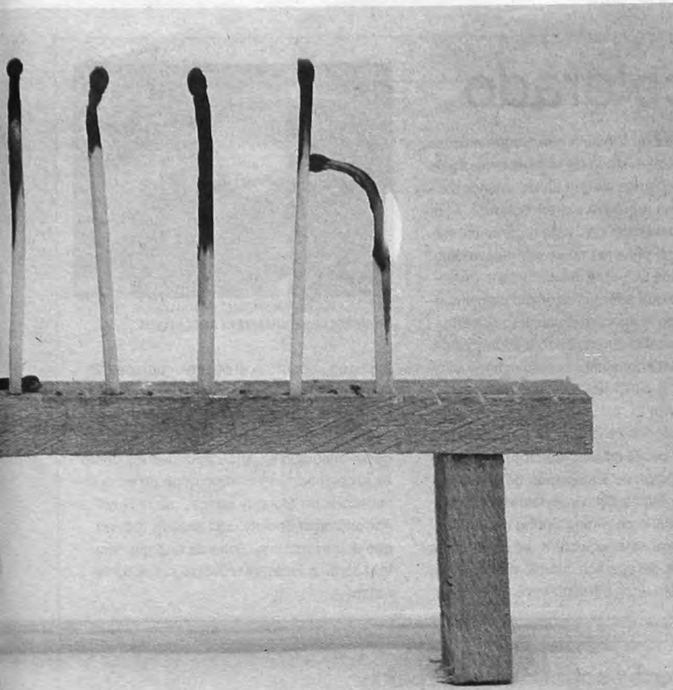


NATIONAL GEOGRAPHIC La selva amazónica es un territorio de una enorme riqueza biológica. Y cada tanto, los científicos tropiezan con algún espécimen –ya sea animal o vegetal– completamente desconocido. Esta vez, la novedad viene del lado de los primates: un científico holandés descubrió dos nuevas especies de monos "tití", pequeños, coloridos y muy llamativos, por cierto. "Estos hallazgos me demuestran que la jungla del Amazonas sigue siendo una región bastante desconocida", dice Marc van Roosmalen, el primatólogo responsable del doble descubrimiento, y que desde hace varios años trabaja en el Instituto Nacional Brasileño para la Investigación del Amazonas, en Manaos. Las dos nuevas especies de primates pertenecen a la gran familia de los monos "tití" y han sido bautizadas *Callicebus stephennashi* y *Callicebus bernhardi* (arriba y abajo en la ilustración, respectivamente). Estos monitos tienen el tamaño de un gato doméstico y no llegan al kilogramo de peso. Pero más allá de estas similitudes, su aspecto es bastante diferente, especialmente en cuanto a su color: los *C. stephennashi* tienen el cuerpo de un color casi plateado; su frente negra remata en una cresta plateada-amarronada y su rostro está rodeado por una simpática barbilla rojiza. Los *C. Bernhardi*, en cambio, son de color gris oscuro, tienen un rostro más pequeño, frente y cresta plateada, y barbilla anaranjada. Con estas dos novedades, las variedades conocidas de monos "tití" llegan a veintiocho.

EL BARCO MAS ANTIGUO DEL MUNDO

Science Parece que los primeros barcos aparecieron mucho antes de lo que se creía hasta ahora. Al menos, eso es lo que sugiere un curioso hallazgo realizado en el desierto de Kuwait y que acaba de dar a conocer la revista *Science*. Recientemente, el arqueólogo Robert Carter (*University College of London*) y un grupo de colegas británicos y kuwaitíes tropezaron con una construcción de piedra muy antigua mientras exploraban un sitio llamado As-Sabiyah. Pero lo más interesante no era la construcción, sino lo que encontraron en su interior: los restos dispersos –y muy deteriorados– de lo que, según ellos, había sido un antiquísimo navío. Cuando Carter y su equipo dataron el lugar y las piezas, no pudieron ocultar su sorpresa: la datación por carbono 14 indicaba una antigüedad de alrededor de 7400 años (entre los años 5511 y 5324 antes de Cristo). Por lo tanto, ese barco sería dos mil años más viejo que uno encontrado en Egipto y que, hasta ahora, ostentaba el record. "No sabemos con precisión quiénes fabricaron y utilizaron esa nave, pero probablemente fueron los antiguos habitantes de la península arábiga o gente de la Mesopotamia", dice Carter. Y agrega que es probable que, por entonces, As-Sabiyah haya sido una península dentro del área de los ríos Tigris y Eufrates. Vale la pena aclarar que ya se han encontrado restos de embarcaciones aún más antiguas (incluso del año 8000 a. C.), pero no son más que simples balsas.





La vida terrestre enfrentó cinco grandes eventos de extinción en masa hace 440, 365, 250, 210 y 65 millones de años. Cada una de las dos primeras extinciones produjo la desaparición de las tres cuartas partes de las especies animales existentes en esos momentos.

ción sobre moléculas cuyas aplicaciones medicinales nadie sospechaba.

El segundo valor tiene que ver con el mantenimiento de las condiciones ambientales indispensables para la vida: la circulación de los gases, los productos químicos y la humedad en la biosfera. Es lo que los biólogos Anne y Paul Ehrlich han llamado "servicios ecosistémicos".

Son los propios seres vivos quienes reciclan los gases y los nutrientes, en el primer caso a través de la respiración y la fotosíntesis; en el segundo, mediante la degradación de los organismos muertos.

A lo largo de su existencia, un árbol de la selva húmeda tropical bombea del suelo a la atmósfera 13,5 millones de litros de agua. El efecto de la miríada de árboles existentes en todas las selvas tropicales sobre el patrón global de lluvias no es trivial. Tampoco es trivial el efecto de la deforestación descontrolada (un estudio reciente señala que, contrariamente a lo declarado por el gobierno de Brasil, entre 1995 y 2000 la tasa de deforestación de la cuenca del Amazonas aumentó hasta dos millones de hectáreas por año, ritmo comparable al observado en los peores momentos de la década del 80).

El tercer valor es el placer estético que sentimos al percibir la diversidad de la vida a nuestro alrededor (lo que Wilson llamó biofilia: la vinculación emocional de los humanos con otros seres vivos).

Varios estudios psicológicos han demostrado que cuando se les da a elegir entre un paisaje urbano y otro rural, las personas tienden a elegir este último. Y entre distintos paisajes rurales, eligen campos salpicados de árboles, preferentemente con copas anchas. El ecólogo Gordon Orians atribuye estos comportamientos a una conexión psíquica con nuestros orígenes africanos. Una conexión que permanece en la cultura occidental, aunque en buena medida ha sido olvidada.

4 ¿QUE SON LAS DENOMINADAS EXTINCIONES EN MASA?

Se trata de la desaparición repentina (en escala geológica) de gran parte de la biodiversidad. La vida terrestre enfrentó cinco grandes eventos de extinción en masa hace 440, 365, 250, 210 y 65 millones de años. Cada una de las dos primeras extinciones produjo la desaparición de las tres cuartas partes de las especies animales existentes en esos momentos. La peor fue la tercera, que exterminó el 96 por ciento de las especies marinas. La más famosa es la quinta, que se llevó a los dinosaurios.

Después de cada extinción en masa, la biodiversidad se recuperó hasta alcanzar los niveles previos. En todos los casos, la recuperación llevó varios millones de años (hubo otras extinciones menores a lo largo de la historia de la vida, pero comparadas con estas cinco fueron, a decir de Wilson, "lo que una tormenta de verano a un huracán").

5 ¿QUE PRODUJO LAS EXTINCIONES EN MASA?

Los científicos no están seguros. Pueden haber sido la deriva de los continentes, descensos del nivel del mar, cambios climáticos globales, erupciones volcánicas inusualmente poderosas o la combinación de estos y otros factores.

En 1979, el físico Luis Alvarez y sus colaboradores (Universidad de California en Berkeley) propusieron que la causa de la quinta extinción fue un meteorito de 10 kilómetros de diámetro que chocó contra la Tierra a una velocidad de 72.000 kilómetros por hora. El impacto produjo incendios devastadores, gigantescos tsunamis y una nube de polvo que envolvió el planeta. Los cambios climáticos resultantes tuvieron efectos nefastos sobre los dinosaurios y otras criaturas.

En febrero pasado, la revista *Physical Review Letters* publicó un artículo donde el astrónomo Narciso Benítez y sus colaboradores (Universidad Johns Hopkins, Baltimore) especulan que la explosión de una estrella de la Constelación de Escorpio pudo ser la responsable de una extinción menor, ocurrida hace 2 millones de años.

Los rayos cósmicos producidos por la explosión deben haber destruido buena parte de la capa de ozono, permitiendo que dosis letales de luz ultravioleta alcanzaran la superficie del planeta. Un fenómeno similar podría haber sido el causante de alguna de las cinco grandes extinciones.

6 ¿CUANDO OCURRIRA LA PROXIMA EXTINCION?

En 1988, el Museo Americano de Historia Natural (Nueva York) realizó una encuesta dirigida a más de 400 biólogos. El 70 por ciento de los encuestados estuvo de acuerdo en que la sexta extinción en masa está ocurriendo *ahora* y se debe a la actividad humana. Wilson afirma que están desapareciendo 27.000 especies por año (3 por hora).

En el subcontinente norteamericano, las dos causas principales de la desaparición de especies son la destrucción de los hábitat y la introducción de especies exóticas que compiten con las autóctonas. Les siguen, en orden de importancia, la contaminación química, la hibridación entre especies y la sobrepesca. La acción individual o combinada de estos factores ha aumentado en forma constante la tasa de extinción en los últimos 40 años.

La biodiversidad ya se recuperó de cinco grandes extinciones, ¿podrá recuperarse una vez más? Probablemente sí. Pero no hay que perder de vista un par de detalles. Uno de ellos es que la recuperación tarda millones de años, lo que la pone fuera de la escala humana. El otro detalle nos toca más de cerca: para que comience la recuperación debe cesar la causa de la extinción. Así que la sexta extinción se detendrá cuando la especie humana modifique su comportamiento o se extinga, lo que ocurra primero.

7 ¿SE PUEDE DETENER LA SEXTA EXTINCION?

El zoólogo Niles Eldredge, del Museo de Historia Natural de Nueva York, considera que aún estamos a tiempo de interrumpirla. Su propuesta personal, planteada en su libro *La vida en la cuerda floja* (Tusquets, 2001) se resume en los siguientes puntos:

a) reconocer el problema,
b) estabilizar la población humana,
c) reescribir los manuales de economía y afinar la idea de sustentabilidad,
d) utilizar la experiencia que ya tenemos en conservación,
e) encontrar el equilibrio entre las necesidades económicas de los seres humanos y la existencia saludable y continuada de ecosistemas y especies,
f) desarrollar una voluntad y un programa políticos.

Llevar a cabo este programa costará miles de millones de dólares y la participación directa de políticos, biólogos, empresarios, economistas, demógrafos, abogados, sociólogos, antropólogos y la colaboración entre naciones.

En su libro *La diversidad de la vida* (Crítica, 1994), Wilson indica los 18 puntos calientes del planeta habitados por especies que no se encuentran en ninguna otra región y que se hallan en gran peligro de extinción. La mayoría de esos puntos se encuentran en el Tercer Mundo (Colombia, Ecuador, Tanzania, Costa de Marfil, Malasia, India, entre otros).

El propio Eldredge, ciudadano de uno de los países más ricos y poderosos del mundo (Estados Unidos), reconoce tener días de absoluto pesimismo respecto de la interrupción de la sexta extinción. Quizás en esos momentos le venga a la mente que su país no firmó ni el Tratado de Río en 1992 ni, más recientemente, el Protocolo de Kyoto para proteger la biosfera. Quizás se sienta así al ver cómo su gobierno se solidariza con los países del Tercer Mundo en sus discursos, pero los esclaviza económicamente o los bombardea, llevándolos, en los hechos, a la Edad de Piedra.

Si las estimaciones de los científicos son correctas, varias docenas de especies se extinguieron durante el tiempo que llevó escribir esta nota (y al lector leerla). Resulta triste pensar en la enorme variedad de seres vivos que han existido y de los que nunca tendremos noticia. Criaturas irrepetibles cuyas formas, colores y comportamientos se han perdido para siempre.

Pero vivimos en el momento de mayor biodiversidad en la historia de la vida y es también enorme lo que queda por descubrir. Esta sola razón debería ser suficiente para intentar minimizar los efectos negativos de la actividad humana. Por no mencionar que, si la sexta extinción continúa, el Homo sapiens puede figurar en la lista de especies desaparecidas.

NOVEDADES EN CIENCIA

AMAZONAS: DOS NUEVOS PRIMATES



NATIONAL GEOGRAPHIC La selva amazónica es un territorio de una enorme riqueza biológica. Y cada tanto, los científicos tropiezan con algún espécimen –ya sea animal o vegetal– completamente desconocido. Esta vez, la novedad viene del lado de los primates: un científico holandés descubrió dos nuevas especies de monos "tití", pequeños, coloridos y muy llamativos, por cierto. "Estos hallazgos me demuestran que la jungla del Amazonas sigue siendo una región bastante desconocida", dice Marc van Roosmalen, el primatólogo responsable del doble descubrimiento, y que desde hace varios años trabaja en el Instituto Nacional Brasileño para la Investigación del Amazonas, en Manaos. Las dos nuevas especies de primates pertenecen a la gran familia de los monos "tití" y han sido bautizadas *Callicebus stephennashi* y *Callicebus bernhardi* (arriba y abajo en la ilustración, respectivamente). Estos monitos tienen el tamaño de un gato doméstico y no llegan al kilogramo de peso. Pero más allá de estas similitudes, su aspecto es bastante diferente, especialmente en cuanto a su color: los *C. stephennashi* tienen el cuerpo de un color casi plateado; su frente negra remata en una cresta plateada-amarronada y su rostro está rodeado por una simpática barbilla rojiza. Los *C. Bernhardi*, en cambio, son de color gris oscuro, tienen un rostro más pequeño, frente y cresta plateada, y barbilla anaranjada. Con estas dos novedades, las variedades conocidas de monos "tití" llegan a veintiocho.

EL BARCO MAS ANTIGUO DEL MUNDO

Science Parece que los primeros barcos aparecieron mucho antes de lo que se creía hasta ahora. Al menos, eso es lo que sugiere un curioso hallazgo realizado en el desierto de Kuwait y que acaba de dar a conocer la revista *Science*. Recientemente, el arqueólogo Robert Carter (*University College of London*) y un grupo de colegas británicos y kuwaitíes tropezaron con una construcción de piedra muy antigua mientras exploraban un sitio llamado As-Sabiyah. Pero lo más interesante no era la construcción, sino lo que encontraron en su interior: los restos dispersos –y muy deteriorados– de lo que, según ellos, había sido un antiquísimo navío. Cuando Carter y su equipo dataron el lugar y las piezas, no pudieron ocultar su sorpresa: la datación por carbono 14 indicaba una antigüedad de alrededor de 7400 años (entre los años 5511 y 5324 antes de Cristo). Por lo tanto, ese barco sería dos mil años más viejo que uno encontrado en Egipto y que, hasta ahora, ostentaba el record. "No sabemos con precisión quiénes fabricaron y utilizaron esa nave, pero probablemente fueron los antiguos habitantes de la península arábiga o gente de la Mesopotamia", dice Carter. Y agrega que es probable que, por entonces, As-Sabiyah haya sido una península dentro del área de los ríos Tigris y Eufrates. Vale la pena aclarar que ya se han encontrado restos de embarcaciones aún más antiguas (incluso del año 8000 a. C.), pero no son más que simples balsas.

LIBROS Y PUBLICACIONES

ALFRED METRAUX EN LA ARGENTINA
Santiago A. Bilbao
Comala.com Ediciones, 308 páginas



El destacado etnólogo franco-suizo Alfred Métraux (1902-1963) mantuvo en sus primeros años fuertes vínculos con nuestro país: este libro es el primer trabajo que muestra con minuciosidad cómo fueron esos años. Métraux pasó en total seis estadías en la Argentina a lo largo de su vida, que impulsaron no sólo su trabajo sino el desarrollo del estudio etnológico nacional. Parte de sus investigaciones son el fruto de estas estadías –por ejemplo: *Contribución a la etnografía y la arqueología de la provincia de Mendoza*– y también de los viajes que realizó a través de Perú, Bolivia y el norte de Chile. Amigo de Claude Lévi-Strauss y de Georges Bataille, Métraux se destacó en Europa y Estados Unidos, donde trabajó en el Instituto de Antropología Social del Smithsonian, cargo que abandonó para incorporarse en 1946 a la ONU. Pero "las experiencias vividas por Métraux en Argentina", dice Santiago A. Bilbao, "lo impactaron hasta el final de su vida". La visita más prolongada a nuestro país fue la tercera, 1928-1933, durante la cual acepta y ocupa el cargo de director-coordinador del Instituto de Etnología de la Universidad de Tucumán. Es a esta etapa, principalmente, que se refiere el trabajo –sin precedentes hasta hoy– de Santiago A. Bilbao sobre los diversos períodos de la inexplorada "experiencia argentina" del brillante antropólogo. Tras el relevo de material, en la mayoría de los casos inédito e inexplorado, Bilbao logra transmitir una imagen vívida y personal de Métraux, revisando su período central en Tucumán, las expediciones por nuestro país, la relación con antropólogos argentinos, e incluso, las relaciones con Eduardo Mallea, María Rosa Oliver, Victoria Ocampo y el grupo inicial de la revista *Sur*, en la cual publicó algunos de sus artículos y su importantísimo "Vodú", en la editorial del grupo. ***F. M.***

CAFE CIENTIFICO

LOS COMIENZOS DEL LENGUAJE
Sobre los "Orígenes del Lenguaje" será la próxima charla de Café Científico, organizado por el Planetario de la Ciudad, en el que participarán Rosalía Vofchuk y Elvira N. de Arnoux, profesoras de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Buenos Aires. Será el próximo martes 16 a las 18.30 en la Casona del Teatro, Corrientes 1979. Entrada libre.

AGENDA CIENTIFICA

DINOSAURIOS EN EL PLANETARIO
Como anticipo de las vacaciones de invierno –que incluye una exposición permanente de dinosaurios– el viernes 19 de julio se podrá presenciar en el Planetario de la Ciudad la charla "Parque cretácico: los dinosaurios en la Patagonia", del licenciado Sebastián Apesteguía. A las 18.30, en Figueroa Alcorta y Sarmiento. Previamente, a las 17.30, "Los signos del zodíaco en el cielo de esta noche", espectáculo de sala con relato en vivo. Gratis.

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar

COSMOLOGIA

El universo acelerado

POR ALICIA RIVERA
El País

Cuando todo el mundo pensaba que el universo estaba expandiéndose cada vez más despacio, por la atracción gravitatoria de la propia materia que contiene, saltó la sorpresa hace tres años: las observaciones de supernovas indicaron que la expansión del universo no está frenándose, sino, al contrario, está acelerándose. La cuestión suscitó revuelo en la comunidad científica y surgieron diferentes hipótesis para explicar las observaciones, con no pocos escépticos. A la espera de nuevos datos sobre el fenómeno, el debate había amainado un poco. Ahora, un grupo de astrónomos británicos y australianos ha anunciado que tienen un nuevo indicio independiente –diferente del de las supernovas– de la aceleración del universo.

Una idea de Einstein que, según muchos, explicaría el misterio de la expansión acelerada del cosmos es que existe una fuerza gravitatoria repulsiva a gran distancia. El genial físico alemán ideó este recurso teórico para que el universo no se contrajese bajo el efecto de la fuerza atractiva de la gravedad, algo que además chocaba con la concepción de la época del universo estático. Einstein acabó renunciando a su fuerza de repulsión (la constante cosmológica o energía oscura) e incluso la calificó como su "mayor error".

Los astrónomos británicos y australianos, liderados por George Efstathiou, han analizado el patrón de distribución de 250.000 galaxias estudiadas con el telescopio angloaustraliano de Siding Spring (Australia). Al comparar esta estructura del universo actual con la del cosmos cuando habían transcurrido sólo unos 300.000 años desde del



LA GALAXIA DE ANDROMEDA, PARTE DE UN UNIVERSO EN EXPANSION ACELERADA

big bang –conocida al observar con detalle la radiación de fondo cósmica que corresponde a la primera infancia del universo–, estos astrónomos han aplicado un análisis geométrico que les sirve para deducir cómo es el cosmos. Según afirman en un artículo publicado en *Monthly Notices*, de la Royal Astronomical Society, sus análisis indican que el universo está lleno de energía oscura. Mientras tanto, el universo sigue acelerándose.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:
Donde se sigue tratando de lograr el vacío dentro una caja

POR LEONARDO MOLEDO

–El enigma del sultán fue resuelto satisfactoriamente –dijo el Comisario Inspector–. Aunque no para el sultán.

–Bueno –dijo Kuhn–, los sultanes no solían usar el cálculo de probabilidades. Más bien trabajaban por el método de prueba y error.

–Más error que prueba, diría yo –dijo el Comisario Inspector–. Por lo menos es lo que se lee en las *Mil y una noches*.

–Si no me equivoco, todavía faltaba decir algo en relación al vacío –dijo Kuhn.

–Efectivamente –dijo el Comisario Inspector–. Si alguien lo recuerda, teníamos una caja sin ninguna partícula de materia, y blindada contra campos electromagnéticos.

–Quedaba el problema de los campos gravitatorios, contra los cuales no es concebible un blindaje –dijo Kuhn.

–Sí, y para que no haya ningún campo gravitatorio, el resto del universo tenía que estar también vacío –dijo el Comisario Inspector–. O sea, para que hubiera vacío en la caja, tenía que haber vacío fuera de la caja también. Ahora, supongamos que **efectivamente** el universo está vacío, y que el campo gravitatorio dentro de la caja es nulo. Aparentemente, entonces sí, dado que el campo gravitatorio es cero, habría vacío.

–Aparentemente –dijo Kuhn–, porque, me parece, está el principio de equivalencia.

–Exacto –dijo el Comisario Inspector–, el principio de equivalencia, dentro de la teoría de la relatividad general, establece la *equivalencia entre un campo gravitatorio y un movimiento acelerado.* Entonces, si pasara un observador acelerado, vería que hay un campo gravitatorio dentro de la caja, y si hay gravitación, hay energía, y si hay energía, hay materia, que es lo mismo, y si hay materia, no hay vacío, **por lo menos para ese observador**.

–Es curioso, que el vacío dependa del observador –observó Kuhn–. Boyle, Torricelli o Newton no lo habrían creído. Uno podría pensar que el vacío es una noción absoluta.

–Ah –dijo el Comisario Inspector–. Las nociones absolutas andan de capa caída últimamente. Es difícil saber si es una suerte o una lástima.

–Depende de las nociones –dijo Kuhn–. Aun eso es relativo.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–. Pero ahora imaginemos a un observador que **no** está acelerado, y para el cual el campo gravitatorio sí es cero. Mira la caja: ¿está vacía?

–La próxima vez –dijo Kuhn–. Ahora el enigma.

–Bueno –dijo el Comisario Inspector–. Ya que hablábamos del vacío, un enigma de cohetes que se mueven en el espacio interestelar, que está bastante vacío, por lo menos de materia común, es decir, átomos. Es muy fácil. Hay dos cohetes espaciales que se dirigen uno contra otro, uno a 42 mil kilómetros por hora, y el otro a 18 mil kilómetros por hora. Cuando iniciaron el viaje, estaban a 215.314 km. uno de otro, ¿a qué distancia estará uno de otro un minuto antes de chocar?

¿Qué piensan nuestros lectores? ¿A qué distancia estarán? Y si el campo gravitatorio es cero, ¿la caja estará por fin vacía?



R. BOYLE (1627-1691), CONSIDERADO EL PADRE DE LA QUIMICA, REALIZO EXPERIMENTOS DE CREACION DE VACIO CON UNA BOMBA NEUMATICA.

Correo de lectores

SOBRE EL SULTAN

El sultán únicamente logrará extinguir la población de su Emirato si pone en práctica su plan y además es zonzo porque reduce sus posibilidades de elección. Supongamos que 1000 familias tienen hijos luego de pronunciado el decreto. Razonablemente nacerán 500 varones y otras tantas mujeres. Acatando la orden real, solamente las familias que tuvieron una hija vuelven a tener hijos. No hay ninguna razón para pensar que la proporción va a cambiar, y nacerán 250 varones y otras tantas mujeres. ¿Hasta cuándo las familias con hijas seguirán teniéndolas? La proporción entre varones y mujeres no va a cambiar pero se manifestará una drástica reducción de la población que nunca alcanzará a reponer las 1000 familias originales.

Daniel Rosenvasser

EN TIERRAS DEL SULTAN

Razonamiento y método eran equivocados para conseguir su fin, en el último enigma. Algo sabido en todo el mundo, especialmente en las altas esferas policiales, es que cualquier restricción del número de casos sobre un universo probabilístico, que no afecte las condiciones inherentes a la probabilidad en cuestión, deja intacta esa probabilidad. O sea, si tiramos una moneda 10 o 10.000.000 de veces, la probabilidad de que salga cara en un tiro es la misma en los dos casos. Y si con esta medida de restricción de nacimientos conseguimos que nazcan solo 800 personas, van a ser 400 mujeres y 400 hombres, ya que no se altera la probabilidad de que nazca una mujer frente a la de que nazca un hombre, salvo que el sultán disponga de algún tipo de manipulación genética, situación poco probable en un sultán proclive a los decretazos (algo de esto me suena conocido). Lo único que logra, entonces, es disminuir o igualar la cantidad de hijos por familia que nacerían sin esta medida, con lo que disminuye también, como vimos, la cantidad total de mujeres; todo lo contrario de lo que deseaba.

Recordemos: Solo Alá sabe más. Saludos al Comisario Inspector.

Daniel Aubert

MAS VACIO

Señores de **Futuro**:

(...) Tengo algo pensado respecto del bizantino tema del vacío: si la caja blindada está orbitando o en caída libre, dentro de la misma no se notará que existe un campo gravitatorio, entonces ¿habrá un vacío perfecto? No sé, y a decir verdad no creo que sea importante. Si el núcleo (protón) de un átomo de hidrógeno tuviera el tamaño de una naranja ubicada en la Plaza de Mayo, su único electrón, de similar tamaño, estaría en ¡Ciudadela!, ¿qué habría en el medio?, NADA. Gracias por darme algo en qué pensar.

Jaime Godelman